

## Статистический Анализ И Прогнозирование Динамика Урожайности Винограда В Республика Узбекистан

А. А. Файзиев

к.ф-м.н, доцент, Ташкентский Государственный аграрный университет, Республика Узбекистан

Ж. Н. Файзиев

д.с-х.н, профессор, Ташкентский Государственный аграрный университет, Республика Узбекистан

С. Б. Бойтемиров

Соискатель, Ташкентский Государственный аграрный университет, Республика Узбекистан

*Received 4<sup>th</sup> Mar 2023, Accepted 6<sup>th</sup> Apr 2023, Online 18<sup>th</sup> May 2023*

**Abstract:** Наблюдения над некоторыми явлениями, характер которых меняется во времени, ведут упорядоченной последовательности, которую называют временным рядом. В статье, методом статистического анализа временных рядов, изучена статистическая законо-мерность рядов динамики  $\bar{x}_t$  –средней урожайности винограда в Республики Узбекистан(по материалам ЦСУ РУз за 2004-2022 годы). Построены, с 95% ной гарантией точечные и интервальные оценки для средней урожайности винограда, определены явные виды трендов и прогнозирована урожайность в республике для последующих лет. С помощью статистических критериев Дарбина-Уотсона установлено, что средняя урожайность винограда в республике имеет автокорреляционную зависимость. Следовательно, урожайность винограда в этом году, зависит от урожайности прошлых и последующих лет.

Использованные методы обработки и анализ динамических рядов после апробации могут быть использованы в исследованиях магистров, научных работников..

**Ключевые слова:** дискретный, динамический, ряд, тренд, сезонность, компонента, линейный, наименьший, нормальный, гипотеза, автокорреляция, асимметрия, эксцесса.

**Введение.** Почти в каждой области встречаются явления, которые важно изучать в их развитии и изменении во времени. Можно, например, стремиться предсказать будущее на основании знания прошлого, управлять процессом, описать характерные особенности ряда на основании ограниченного количества информации. При обработке временных рядов методы во многом опираются на разработанные математической статистикой методы для рядов распределения. К настоящему времени статистика располагает разнообразными методами анализа временных рядов от самых элементарных до весьма сложных ([1,2,3,4,5]).

Можно выделить три основные задачи исследования временных рядов. Первая из них заключается в описании изменения соответствующего показателя во времени и выявлении тех или иных свойств исследуемого ряда. Для этого прибегают к разнообразным способам: расчету



обобщающего показателя изменения уровней во времени и среднего темпа роста; применению различных сглаживающих фильтров, уменьшающих колебания уровней во времени и позволяющих более четко представить тенденции развития; подбору кривых, характеризующих эту тенденцию; выделению сезонных и иных периодических и случайных колебаний; измерению зависимости между членами ряда (автокорреляции). Второй задачей анализа является объяснение механизма изменения уровней ряда, для ее решения обычно прибегают к регрессионному анализу. В третьих описание изменении временного ряда и объяснения механизма формирования рядов часто используются для статистического прогнозирования, которое в большинстве случаев сводится к экстраполяции обнаруженных тенденций развития. Перечисленные задачи решаются с помощью различных методов([1,2,3]).

**Материалы и методы.** В настоящей работе, проведена обработка и анализ урожайности винограда в Республики Узбекистан за период наблюдений 2004-2022 годы, как дискретный временный ряд. Изучение урожайности сельскохозяйственных процессов, как дискретный динамический ряд и прогнозирование их урожайности на основании опытных данных, играют важную роль при определении экономической эффективности фермерского, дехканского хозяйств.

В общем случае временной ряд  $\{y_t, t \in T\}$  состоит из четырех составляющих: тренд; колебания относительно тренда; эффект сезонности; случайная компонента.

В данной работе использована методы обработки и анализа временных рядов, такие, как методы определения тренда, проверки нормальности и случайности, а также проверка автокорреляции, метод скользящей средней, метод конечных разностей, метод наименьших квадратов, критерия Дарбина – Уотсона и другие методы.

Используя методы статистического анализа временных рядов построены точечные и интервальные оценки для средней урожайности винограда в Республики Узбекистан, определены явные виды трендов и прогнозирован урожай для последующих лет, проверено различные статистические гипотезы.

Изучению и анализу динамических рядов посвящены работы: Андерсона[1], Кендала[2], Тихомирова [3], Сулайманова [4], Файзиева [5] и другие.

**Результаты и их обсуждение.** Предположим, что урожайности винограда в Республики Узбекистан за период наблюдений, 2004-2022 годы образует дискретный временный ряд. Используя выше изложенных методы статистического анализа временных рядов, построим точечные и интервальные оценки для средней урожайности винограда в Республики Узбекистан, определим явные вид тренда и прогнозируем урожай винограда для последующих лет, проверим различные статистические гипотезы.

На рисунки-1, с помощью опытных данных (таблица-1, столбца-3) геометрически изображены  $\bar{y}_t$  – динамика средней урожайности винограда в Республики Узбекистан в виде а) точечная график, б) круговая диаграмма, с) гистограмма, д) диаграмма с областями:



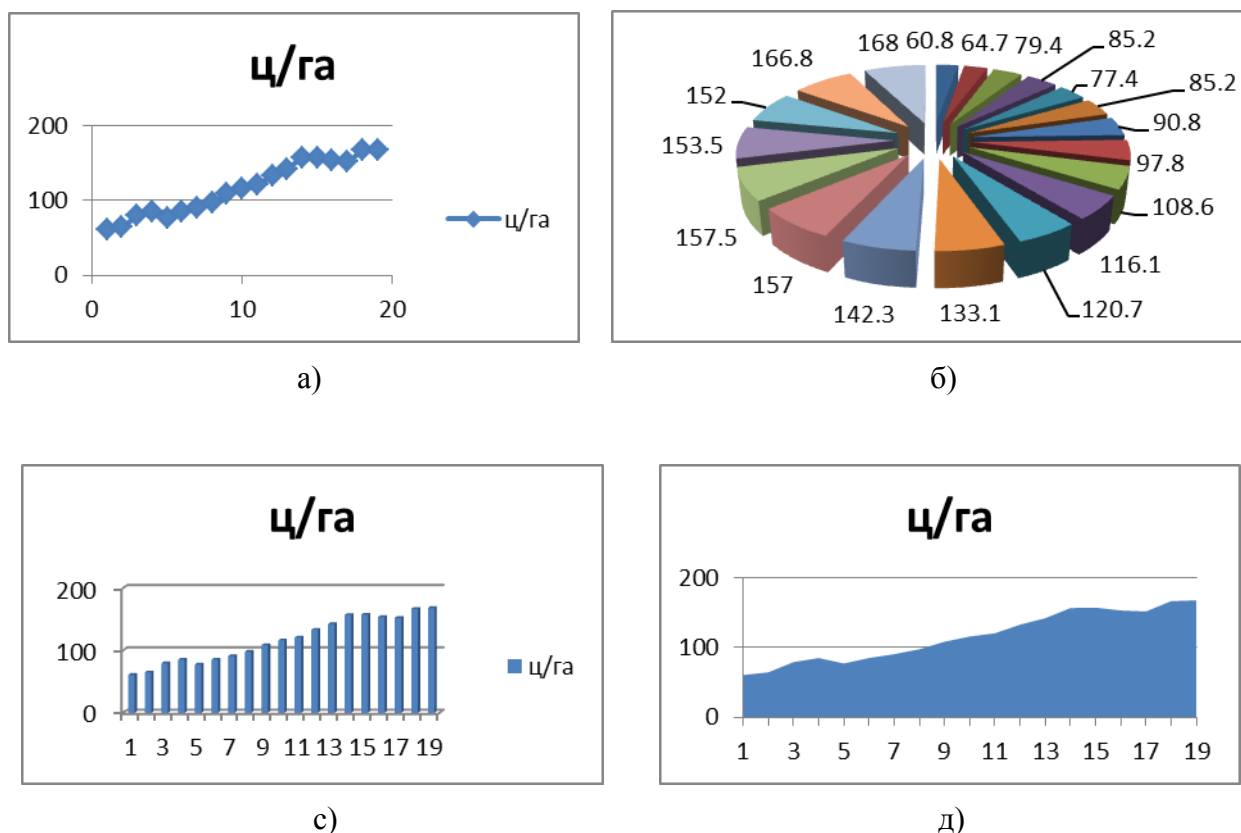


Рис.1.

Геометрическое изображение наблюдаемых данных, система координат дают основание в первом приближении, предполагать гипотезу что, трендовая часть процесса винограда в Республики Узбекистан (общее направление развития процесса) имеет линейную зависимость вида  $y(t) = a_1 t + a_0$ . Где неизвестные параметры определяются методом наименьших квадратов т.е. на основании опытных данных, решая следующую систему нормальных уравнений:

$$\begin{cases} a_0 T + a_1 \sum t = \sum y_t \\ a_0 \sum t + a_1 \sum t^2 = \sum y_t t \end{cases} \quad (1)$$

**К расчету данных для определения тренда временного ряда.**

Таблица-1

1	2	3	4	5	6	7
N п/п	Годы наблюдений	$y_t$ -ц/га	t	$t^2$	$y_t t$	$y_t t^2$
1	2004	60,8	-9	81	-547,2	4924,8
2	2005	64,7	-8	64	-517,6	4140,8
3	2006	79,4	-7	49	-555,8	3890,6
4	2007	85,2	-6	36	-511,2	3067,2



5	2008	77,4	-5	25	-387	1935
6	2009	85,2	-4	16	-340,8	1363,2
7	2010	90,8	-3	9	-272,4	817,2
8	2011	97,8	-2	4	-195,6	391,2
9	2012	108,6	-1	1	-108,6	108,6
10	2013	116,1	0	0	0	0
11	2014	120,7	1	1	120,7	120,7
12	2015	133,1	2	4	266,2	532,4
13	2016	142,3	3	9	426,9	1280,7
14	2017	157	4	16	628	2512
15	2018	157,5	5	25	787,5	3937,5
16	2019	153,5	6	36	921	5526
17	2020	152	7	49	1064	7448
18	2021	166,8	8	64	1334,4	10675,2
19	2022	168	9	81	1512	13608
20	Сумма	2216,9	0	570	3624,5	66279,1

Решая система уравнение (1) и используя, вычисления по таблице 1, имеем:

$$\sum y_t = 2216,9 \text{ ц/га}, \quad a_0 = \frac{1}{T} \sum y_t = \frac{2216,9}{19} = 116,68 \text{ ц/га},$$

$$a_1 = \frac{1}{\sum t^2} \sum y_t t = \frac{3624,5}{570} = 6,36 \text{ ц/га}.$$

Отсюда, находим уравнение линейного тренда (тенденция) урожайности винограда в Республики Узбекистан [1,2,3,4,5]:

$$y(t) = 6,36 t + 116,68 \quad (2)$$

В частности, подставляя в уравнение (2) значение  $t = 1$  находим ожидаемые урожайности винограда в Республики Узбекистан в 2023 году, будет в среднем **123,04** ц/га.

С помощью статистических критериев ([1] – [5]) установлено, что в уравнении (2)  $y(t) = a_1 t + a_0$  основная гипотеза  $H_0: a_1 = 0$  отвергается и принимается альтернативная гипотеза  $H_1: a_1 \neq 0$  с уровнем значимости  $\alpha = 0,05$ . Следовательно, урожайности винограда в Республики Узбекистан имеет линейный тренд.

Для дальнейшей исследование необходима вычислить следующие конечные разности по наблюдаемым данным. Обозначим,

$$\Delta Y_t = Y_{t+1} - Y_t, \quad \Delta^2 Y_t = \Delta Y_{t+1} - \Delta Y_t, \quad \Delta^3 Y_t = \Delta^2 Y_{t+1} - \Delta^2 Y_t, \quad \Delta Y_t = Y_{t+1} - Y_t, \quad \Delta^2 Y_t = \Delta Y_{t+1} - \Delta Y_t, \\ \Delta^3 Y_t = \Delta^2 Y_{t+1} - \Delta^2 Y_t, \quad (\Delta^3 Y_t)^2 = (\Delta^2 Y_{t+1} - \Delta^2 Y_t)^2 \text{ конечные разности (таблица 2).}$$

**Составим таблица для расчету конечные разности.**

Таблица-2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	$Y(t)$	$Y_t^2$	$\Delta Y_t$	$\Delta Y_t^2$	$\Delta^2 Y_t$	$\Delta^2 Y_t^2$	$\Delta^3 Y_t$	$\Delta^3 Y_t^2$



Годы наблюдений	ц/га							
2004	60,8	3696,64						
2005	64,7	4186,09	3,9	15,21				
2006	79,4	6304,36	14,7	216,09	10,8	116,64		
2007	85,2	7259,04	5,8	33,64	-8,9	79,21	-19,7	388,09
2008	77,4	5990,76	-7,8	60,84	-13,6	184,96	-4,7	22,09
2009	85,2	7259,04	7,8	60,84	15,6	243,36	29,2	852,64
2010	90,8	8244,64	5,6	31,36	-2,2	4,84	-17,8	316,84
2011	97,8	9564,84	7	49	1,4	1,96	3,6	12,96
2012	108,6	11793,96	10,8	116,64	3,8	14,44	2,4	5,76
2013	116,1	13479,21	7,5	56,25	-3,3	10,89	-7,1	50,41
2014	120,7	14568,49	4,6	21,16	-2,9	8,41	0,4	0,16
2015	133,1	17715,61	12,4	153,76	7,8	60,84	10,7	114,49
2016	142,3	20249,29	9,2	84,64	-3,2	10,24	-11	121
2017	157	24649	14,7	216,09	5,5	30,25	8,7	75,69
2018	157,5	24806,25	0,5	0,25	-14,2	201,64	-19,7	388,09
2019	153,5	23562,25	-4	16	-4,5	20,25	9,7	94,09
2020	152	23104	-1,5	2,25	2,5	6,25	7	49
2021	166,8	27822,24	14,8	219,04	16,3	265,69	13,8	190,44
2022	168	28224	1,2	1,44	-13,6	184,96	-29,9	894,01
Сумма	2216,9	282479,7	107,2	1354,5	-2,7	1444,83	-24,4	3575,76

По таблице 2 вычисляются

$$V_k = \frac{\sum_{t=k}^T (\Delta^k y_t)^2}{(T-k)C_{2k}^k} \quad (3)$$

коэффициенты вариации разностей и установлено, что  $V_1 \approx V_2 \approx V_3$ . Следовательно, конечные разности первого порядка элиминируют линейную тенденцию.

**К расчету данных для определения показателей автокорреляционной связи.**

Таблица 3

1	2	3	4	5	6	7
T	$Y_t$	$Y_t \cdot Y_{t+1}$	$Y_t \cdot Y_{t+2}$	$Y_t \cdot Y_{t+3}$	$Y_t \cdot Y_{t+4}$	$Y_t \cdot Y_{t+5}$
2004	60,8					
2005	64,7	3933,76				
2006	79,4	5137,18	4827,52			
2007	85,2	6764,88	5512,44	5180,16		
2008	77,4	6594,48	6145,56	5007,78	4705,92	
2009	85,2	6594,48	7259,04	6764,88	5512,44	5180,16



2010	90,8	7736,16	7027,92	7736,16	7209,52	5874,76
2011	97,8	8880,24	8332,56	7569,72	8332,56	7765,32
2012	108,6	10621,08	9860,88	9252,72	8405,64	9252,72
2013	116,1	12608,46	11354,58	10541,88	9891,72	8986,14
2014	120,7	14013,27	13108,02	11804,46	10959,56	10283,64
2015	133,1	16065,17	15452,91	14454,66	13017,18	12085,48
2016	142,3	18940,13	17175,61	16521,03	15453,78	13916,94
2017	157	22341,1	20896,7	18949,9	18227,7	17050,2
2018	157,5	24727,5	22412,25	20963,25	19010,25	18285,75
2019	153,5	24176,25	24099,5	21843,05	20430,85	18527,45
2020	152	23332	23940	23864	21629,6	20231,2
2021	166,8	25353,6	25603,8	26271	26187,6	23735,64
2022	168	28022,4	25536	25788	26460	26376
Сумма	2216,9	265842,1	248545,3	232512,7	215434,3	197551,4

Многих задачах наблюдения, выборка наблюдения является статистически независимы то во временных рядах они, как правило, зависимы, и характер этой зависимости может определяться положением наблюдений в последовательности. Автокорреляцией представляет собой корреляционную зависимость между последующими и предшествующими членами временного ряда, т.е. корреляцию между рядами

$Y_1, Y_2, \dots, Y_N$  и  $Y_{L+1}, Y_{L+2}, \dots, Y_{L+N}$ ,

где  $L$  показывает длину временного смещения (лагом) в ряду  $Y(t)$ .

Проверяем наличие автокорреляции средние урожайности винограда в Республики Узбекистан т.е.

$$Y_t = \rho Y_{t-1} + \varepsilon_t,$$

где  $\rho = \text{Cov}(Y_t, Y_{t+1}) = M[(Y_t - \bar{y}_t)(Y_{t+1} - \bar{y}_{t+1})]$ .

Используя таблицу 3, формулы из литературы [1,2,3,4,5] определяются значения (4) коэффициентов автокорреляции  $R_L$  при  $L = 1, 2, 3, 4, 5$  (где:  $L_{\text{лаг}}$ , временной сдвиг т.е. лагом промежуток времени отставания одного явления от другого, связанного с ним):

$$R_L = \frac{\sum_{t=1}^{N-L} Y_t Y_{t+L} - \frac{\sum_{t=1}^{N-L} Y_t \sum_{t=L+1}^N Y_t}{N-L}}{\sqrt{\left[ \sum_{t=1}^{N-L} Y_t^2 - \frac{\left( \sum_{t=1}^{N-L} Y_t \right)^2}{N-L} \right] \left[ \sum_{t=L+1}^N Y_t^2 - \frac{\left( \sum_{t=L+1}^N Y_t \right)^2}{N-L} \right]}} \quad (4)$$

Отличие значения  $R_L$  от нуля, даёт основание полагать, что между урожайностью винограда имеется существенная автокорреляционная зависимость.

С другой стороны проверим гипотезу, существования автокорреляционная зависи-мость между урожайностью винограда с помощью критерия (5) Дарбина – Уотсона :

$$d = \sum_{t=1}^{T-1} (Y_{t+1} - Y_t)^2 / \sum_{t=1}^T Y_t^2. \quad (5)$$



Вычисляется по формуле (5)  $d_{\text{наб}} = 0,06$  сравнивается с  $d_{\text{крит}} = 1,08$  табличным значением [1],[2],[4],[5]. Поскольку  $d_{\text{наб}} = 0,06 < d_{\text{крит}} = 1,08$ . Следовательно, критерия Дарбина – Уотсона 95% тоже гарантией доказывает, что средние урожайности винограда в Республики Узбекистан имеет автокорреляционную зависимость:

$$Y_t = \rho Y_{t-1} + \varepsilon_t.$$

Следовательно, урожайность винограда в Республики Узбекистан в этом году, зависит от урожайности прошлых и последующих лет.

Проверка статистическая гипотезы нормальности,  $\bar{y}_t$  –средний урожай винограда в Республики Узбекистан ([1] – [5]):

$$H_0: P(\bar{y}_t < x) = \Phi_{a,\sigma}(x), \quad H_1: P(\bar{y}_t < x) \neq \Phi_{a,\sigma}(x)$$

принимается уровень значимости  $\alpha = 0,05$  (см. таблица – 4).

Тогда с помощью следующие формулы построим интервальные оценка для средний урожайности винограда:

$$\bar{Y}_{T+i} - t(T-2; \alpha) \bar{\sigma}_y \leq a_0 + a_1(T+i) \leq \bar{Y}_{T+i} + t(T-2; \alpha) \bar{\sigma}_y \quad (6)$$

где

$$\bar{\sigma}_y = \sigma \left[ \frac{\frac{1}{T} + \left( \frac{T-1}{2} + i \right)^2}{\sum_{i=1}^T (t-i)^2} \right]^{0.5};$$

Значение  $t_{\text{крит.}} = t(T-2; \alpha)$  определяется по таблице ([1] – [5]) Стьюдента.

По формула (6) определим интервальная оценка для  $\bar{y}_t$  –средний урожайности винограда в Республики Узбекистан с вероятностью 0.95 :

**(110,78; 122,58 ) ц/га.**

Отметим, что Узбекистан занимает 11 места по объему заготовлене винограда в земном шаре. В 2021 году заготовлена Республике 1,7 млн. тонна виноград, 2022 году 1,8 млн. тонна виноград.

На основании выборочных данных, используя пакет программу x7.2019 и Excel ЭВМ [4,5,6], вычислим числовые характеристики  $\bar{y}_t$  – для средней урожайности винограда в Республики Узбекистан (таблица 4 ).

#### Оценка основных параметров динамического ряда.

Таблица 4

Выборочные характеристики	Оценки выборочные характеристик
Средний урожай винограда $\bar{y}_T$ ц/га	116,68
Дисперсия	1323,0
Среднее квадратичное отклонение $\sigma_T$	36,37
Коэффициент вариации $v$ (%)	31,17%
Асимметрия $A_\zeta$	-0,0056
Экспесса $E_K \zeta$	-1,5128
Ошибка среднего значения $\bar{y}_T, m_y$	$m_y = \frac{\sigma_y}{\sqrt{n}} = 8,3417$



Предельная ошибка $m'_y$	$m'_y = t m_y = 2,09 \cdot 8,3417 = 17,4341$
Ошибка среднего квадратичного отклонения $\sigma_T$	$m_\sigma = \frac{\sigma}{\sqrt{2n}} = \frac{36,37}{6,1644} = 5,90$
Интервальная оценка (95%) $\bar{y}_T \pm t m_y$ для урожайности винограда	$\bar{y}_T \pm t m_y = 116,68 \pm 5,90$ (110,78; 122,58) ц/га
Проверка статистической гипотезы $H_0: P(\bar{y}_t < x) = \Phi_{a,\sigma}(x)$	95% гарантий гипотезы $H_0$ принимается

**Выводы.** На основании выше изложенных статистических анализов, динамики  $\bar{y}_t$  –урожайности винограда в Республики Узбекистан как дискретный временный ряда с надежностью  $\gamma = 0,95$  (таблица-4) можно сделать следующие выводы:

1. построены точечные и интервальные статистические оценки для  $\bar{y}_t$  – **средний** урожайности винограда в Республики Узбекистан. В частности, средней урожайности  $\bar{y}_t$  – винограда в Республики Узбекистан будет с 95% гарантией (110,78; 122,58) ц/га;

2. определены явные виды тренда и установлена её линейность  $y(t) = 6,36 t + 116,68$ ;

3. критерием Дарбина – Уотсона установлены, что, средние урожайности винограда в Республики Узбекистан имеет автокорреляционную зависимость  $Y_t = \rho Y_{t-1} + \varepsilon_t$ , где

$$\rho = \text{Cov}(Y_t, Y_{t+1}) = M[(Y_t - \bar{y}_t)(Y_{t+1} - \bar{y}_t)]$$

т.е. урожайность винограда в Республики Узбекистан в этом году, зависит от урожайности прошлых лет.

4. целом, доказана, что динамика средний урожайности винограда в Республики Узбекистан образует нестационарный временный ряд.

5. в заключении отметим что, построены точечные и интервальные статистические оценки для средней урожайности винограда, выращиваемого в Республике Узбекистан, определена трендовая часть характеризующая основное направление динамического ряда и с помощью их прогнозирована средняя урожайность винограда для последующие годы с 95%-й гарантией а также проверена различных статистических гипотез, связанных с этим динамическим процессом.

### Литература:

1. Т.Андерсон “Статистический анализ временных рядов”. –Москва: “МИР”, 1976. – 759 с.
2. М. Кендал, А. Стьюарт “Многомерный статистический анализ и временные ряды.- Москва: “Наука”, 1976. -736 с.
3. Н.П.Тихомиров «Эконометрика».- Москва: «Экзамен», 2003. – 512 с.
4. Б.А.Сулайманов, А.А.Файзиев, Ж.Н. Файзиев "Тажриба маълумотларининг статистик таҳлили".– Тошкент: ТошДАУ, 2015. – 124 с.
5. А.А.Файзиев “Matematik statistika”, O’quv qo’llanma. “Ilm-ziyo-zakovat”, 218-bet, Toshkent – 2022.
6. M.U.Achilov, A.A.Fayziev “The analysis of dynamics of fruits and berry productivity grown in Uzbekistan”, EPRA Internatsional journal of Research and Deve lopment (IJRD.Indiya).Volum: 4. Issue: 8. August 2019, Pp.5-9. (in English)



7. Б.Абдалимов, А.А.Файзиев «Фермер хўжалигининг иқтисодий кўрсаткичларини математик моделлаштириш ёрдамида тахлили» // Журнал “Ўзбекистон аграр фани хабарномаси”.– Тошкент, 2019.– № 2 (76), – Б. 164–167.
8. А.А.Файзиев, Т. Тургунов “Статистический анализ и прогнозирование динамики урожайности хлопка в Республике Узбекистан”// Журнал.-Бюллетень Института Математики.ISSN 2181-9483, <http://mib.Mathinst.Uz>. Ташкент, 2020. № 1.-С.107-111.
9. А.А.Файзиев, В.Вахобов “Прогнозирование динамики урожайности хлопчатника Ферганской области”, // Журнал “Ирригация и мелиорация” № 4(22) 2020, 68 - 71 стр.
10. А.А.Файзиев “Марков занжирини кишлок хужалик масалаларини ечишга кулланилиши”, ЎЗМУ, ЎЗР ФА В.И.Романовский номидаги Математика институти академик Ш.К. Фармоновнинг таваллудининг 80 йиллигига бағишланган «Стохастик таҳлилнинг замонавий муаммолари» Мавзусидаги илмий конференция Материаллари 20-21 феврал 2021 йил, Тошкент. 59-62 - бет.
11. Х.Ч.Буриев, А.А.Файзиев, А.Нишанова “Статистический анализ и прогнозирование динамики урожайности бахчевых культур” . Журнал, вестник аграрной науки узбекистана № 1 (85 ), 2021. 47-52 стр.
12. А.А.Файзиев, О.З.Карабашов, Н.Н.Мусаева “Прогнозирование динамики урожайности хлопчатника Андижанской области” .“Проблемы науки” Вестник науки и образование, Москва . Журнал N 8 (111). Апрель 2021, часть 2, 6-стр.
13. V. Vahabov, A.A. Fayziev “Statistical analysis and forecasting of cotton yield dynamics Bukhara region”, Tashkent state transport university. 1 st International Scientific Conference “Modern Materials Science: Topical Issues, Achievements and Innovations (ISCMMSTIAL-2022)” (Tashkent, Mart 4-5, 2022). 5 –pej. (in English).
14. A.A. Fayziev, A. Turgunov, X.Mamadaliev, S. Nasridinov “Statistical analysis and forecasting of potato yield dynamics in the republic of Uzbekistan”. Tashkent university of information technologies named after muhammad al-khwarizmi. Icisc2022. International conference on information science and communications technologies application sc, trends and opportunities. Tashkent, 28-30 September, 2022, 5 –pej. <http://www.icisc2022.org/>. (in English).